

# ***SPINE ENCYCLOPEDIA***

## **Penulis:**

dr. Pranajaya Dharma Kadar, Sp.OT(K)Spine

## **Editor:**

dr. Didi Fitriadi Nasution



## KATA SAMBUTAN DEKAN

Assalamualaikum wr wb,

Syukur alhamdulillah kita panjatkan ke hadirat Allah, Tuhan Yang Maha Kuasa, atas terbitnya “Spine Encyclopedia” karya dr. Pranajaya Dharma Kadar,Sp.OT(K)Spine. Di tengah kesibukannya selaku dosen di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi dan sejak Oktober 2021 diberi tugas tambahan sebagai Ketua Program Studi Orthopaedi dan Traumatologi FKUSU, dr, Prana mampu menyelesaikan buku ini.

Tulang belakang adalah salah satu sumber dari berbagai keluhan dan penyakit yang banyak ditemukan dalam praktek sehari-hari. Terbitnya buku ini diharapkan dapat membantu semua dokter termasuk mahasiswa dan residen di fakultas kedokteran untuk lebih memahami dan akhirnya mampu menatalaksana dengan lebih baik. Buku ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa Fakultas Kedokteran di tahap akademik dan profesi, bahkan juga bagi dokter umum. Namun sebuah buku tetaplah sebuah buku yang terpanjang rapi di lemari bila tidak dibaca dan dipahami isinya.

Atas nama pimpinan Fakultas Kedokteran USU kami mengucapkan terimakasih kepada dr. Pranajaya Dharma Kadar,Sp.OT(K)Spine. Semoga karya-karya lainnya segera menyusul. Buku ini juga menginspirasi dan memotivasi para Dosen lainnya untuk menulis buku.

Medan, 28 November 2022

Dekan Fakultas Kedokteran USU,

Prof.Dr.dr.Aldy Safruddin Rambe, Sp.S(K)

NIP 196605241992031002

## KATA SAMBUTAN KEPALA DEPARTEMEN

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT sehingga penerbitan buku berjudul “*Spine Encyclopedia*” ini dapat terlaksana dengan baik. Untuk itu saya mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu dan mendukung terbitnya buku ini, terutama kepada penulis. Di era global dan pesatnya ilmu pengetahuan ini, tidak dapat dipungkiri bahwa penerbitan sebuah buku untuk suatu instansi seperti halnya di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara tetap memegang peranan penting. Penerbitan buku ini dapat digunakan sebagai sarana informasi dan referensi bagi peserta didik, alumni dan teman sejawat lainnya. Berdasarkan hal tersebut saya harapkan nantinya berbagai kegiatan pembelajaran di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi FK USU dapat berlangsung dengan baik sehingga perkembangan ilmu pengetahuan tetap berlangsung. Akhirnya kami mengharapkan masukan dari berbagai pihak untuk buku ini agar kami terus belajar dan mengembangkan diri. Oleh karena itu, saya memberikan dukungan sepenuhnya kepada penulis dan semua pihak yang terlibat untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan dengan penuh semangat tanpa mengenal menyerah. Terima kasih atas kerjasamanya, maju terus untuk mencapai Departemen Orthopaedi dan Traumatologi FK USU yang lebih cerdas.

Medan, 28 November 2022

Nino Nasution

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan karunia dan petunjuk-Nya buku ini dapat diselesaikan sesuai dengan rencana. Buku dengan judul “*Spine Encyclopedia*” mempunyai tujuan untuk mengantar pembaca pada pemahaman dasar tentang masalah dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan tulang belakang manusia. Buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber materi bagi para dokter muda, dokter, residen maupun dokter spesialis Orthopaedi dan Traumatologi.

Selain sebagai pedoman bagi peserta didik, penulisan buku ini juga diharapkan dapat mendorong terciptanya niat untuk terus belajar dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang kedokteran terutama di bidang Orthopaedi dan Traumatologi yang terus berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi dan zaman dimana peralatan-peralatan kedokteran yang semakin canggih, teknik operasi baru yang terus diteliti dan inovasi baru yang terus muncul setiap hari nya. Penulisan buku ini juga diharapkan dapat mendorong niat dari dokter spesialis Orthopaedi dan Traumatologi muda lainnya untuk menciptakan buku-buku lainnya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Sumatera Utara Dr. Muryanto Amin, S.Sos, M.Si, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara Prof. Dr. dr. Aldy Safruddin Rambe, Sp.S(K) dan Kepala Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara dr. Nino Nasution, Sp. OT(K) yang telah memberikan ruang, kesempatan dan dukungan sehingga buku ini dapat tersusun dan diterbitkan.

Akhirnya semoga buku ini dapat memberikan manfaat positif bagi Pendidikan Orthopaedi dan Traumatologi di Indonesia dan menjadi acuan bagi ahli tulang belakang dalam mempelajari kasus-kasus penyakit yang akan dibahas.

Medan, 28 November 2022

Pranajaya Dharma Kadar

# DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN DEKAN .....	i
KATA SAMBUTAN KEPALA DEPARTEMEN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR SINGKATAN .....	vi
ANATOMI TULANG BELAKANG .....	1
PEMERIKSAAN FISIK PADA TULANG BELAKANG .....	9
PENILAIAN PENCITRAAN XRAY PADA TULANG BELAKANG .....	30
<i>SCOLIOSIS</i> .....	34
<i>INFANTILE IDIOPATHIC SCOLIOSIS</i> .....	39
<i>JUVENILE IDIOPATHIC SCOLIOSIS</i> .....	40
<i>ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS</i> .....	44
TRAUMA .....	53
<i>SPINAL CORD INJURY</i> .....	53
FRAKTUR <i>CERVICAL</i> .....	60
<i>CERVICAL LIGAMENT INJURY</i> .....	74
<i>THORACOLUMBAL INJURY</i> .....	80
SINDROM CONNUS MEDULLARIS .....	85
<i>CAUDA EQUINA SYNDROME</i> .....	94
SPONDYLOLISTHESIS .....	99
<i>SPINAL INFECTION</i> .....	109
<i>TUBERCULOUS SPONDYLITIS</i> .....	109
<i>SPONDYLITIS PYOGENIC</i> .....	118
<i>DISC SPACE INFECTION</i> .....	126
<i>LOW BACK PAIN</i> .....	134
<i>HERNIATED NUCLEUS PULPOSUS (HNP)</i> .....	141
<i>SPINAL STENOSIS</i> .....	147
<i>ANKYLOSING SPONDYLITIS</i> .....	155
SCHUERMAN DISEASE .....	162

<i>SPINAL TUMOR</i> .....	167
<i>INTRADURAL EXTRAMEDULLARY TUMOR</i> .....	173
<i>INTRADURAL INTRAMEDULLARY TUMOR</i> .....	178
<i>EXTRADURAL TUMOR</i> .....	183
<i>CERVICAL MYELOPATHY</i> .....	192
<i>ADJACENT SEGMENT DISEASE</i> .....	196
<i>OSTEOMALACIA</i> .....	200
<i>PAGET’S DISEASE</i> .....	209
<i>OSTEOPOROSIS</i> .....	224
<i>PENILAIAN PRE-OPERATIF DAN POSISI OPERASI</i> .....	243
<i>FUSI ANTAR LUMBAR</i> .....	249
<i>TEKNIK PEMASANGAN PEDICLE SCREW</i> .....	257
<i>MINIMALLY INVASIVE SPINE SURGERY</i> .....	261

## DAFTAR SINGKATAN

AIS	: <i>Adolescent Idiopathic Scoliosis</i>
AO/ASIF	: <i>Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation</i>
AOD	: <i>Atlanto Occipital Dislocation</i>
ATLS	: <i>Advanced Trauma Life Support</i>
ASIA	: <i>American Spinal Injury Association</i>
AP	: <i>Anteroposterior</i>
CES	: <i>Cauda Equina Syndrome</i>
CMS	: <i>Conus Medullaris Syndrome</i>
CSF	: <i>Cerebro Spinal Fluid</i>
CSVL	: <i>Central Sacral Vertical Line</i>
CTLSO	: <i>Cervicothoracolumbal orthoses</i>
CT – Scan	: <i>Computed Tomography</i>
DMD	: <i>Duchenne muscular dystrophy</i>
DS	: <i>Down Syndrome</i>
FIM	: <i>Functional Independence Measure</i>
KGB	: <i>Kelenjar Getah Bening</i>
LMN	: <i>Lower Motor Neuron</i>
MAP	: <i>Mean arterial pressure</i>
MISS	: <i>Minimally Invasive Spine Surgery</i>
MRI	: <i>Magnetic Resonance Imaging</i>
OCF	: <i>Occipital condyle fracture</i>
PLC	: <i>Posterior Ligament Complex</i>
RA	: <i>Rheumatoid Arthritis</i>
ROM	: <i>Range of Motion</i>
SCI	: <i>Spinal cord injury</i>
SLIC	: <i>Subaxial Injury Classification</i>
SS	: <i>Sacral Slope</i>
PI	: <i>Pelvic Incidence</i>
PT	: <i>Pelvic Tilt</i>
SVA	: <i>Sagittal Vertical Axis</i>
SD	: <i>Standar Deviasi</i>
TB	: <i>Tuberculosis</i>

TLICS : *Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score*  
TLSO : *Thoracolumbosacral orthoses*  
TNF - < : *Tumor necrosis factor - <*  
UFD : *Unilateral Facet Dislocation*



# ANATOMI TULANG BELAKANG

## 1.1. Osteologi dan Tingkatan Anatomi Tulang Vertebra

Tulang belakang terdiri dari 5 regio dan 33 tulang vertebra, diantaranya 7 tulang *cervical*, 12 thoracic, 5 lumbar, sacral (5 vertebra menyatu), dan coccygeal (4 vertebra yang menyatu). Pada regio *cervical*, terdapat delapan pasang akar saraf, tetapi hanya terdapat tujuh tulang vertebra *cervical* (Gambar 1.1). Akar saraf *cervical* keluar dari kanal tulang belakang di atas pedikel dari vertebra, sedangkan akar saraf thoracic dan lumbar keluar di bawah pedikel vertebra.<sup>1</sup>



Gambar 1.1. Spine Osteology<sup>1</sup>

### 1.1.1. Tulang Servikal

Servikal satu (C1) atau dikenal dengan *ring-like atlas* memiliki karakteristik yang unik karena selama perkembangan korpusnya menyatu dengan sumbu (C2) untuk membentuk proses odontoid. Dengan demikian atlas tidak memiliki korpus. Atlas juga tidak memiliki prosesus spinosus. Titik terlemah terdapat pada area yang menyempit diantara lengkung anterior dan posterior yang terhubung dengan bagian lateral (*Jefferson's fracture location*). Prosesus transversus atlas memiliki tuberkulum tunggal, yang menonjol ke lateral dan dapat dipalpasi pada ruang diantara ujung prosesus mastoideus dan ramus mandibula.<sup>2</sup>

Sumbu servikal dua (C2) atau axis berasal dari prosesus odontoid (*dens*), yang membentuk gerakan rotasi melalui sendi atlantoaksial. *Dens* adalah prosesus tulang memanjang ke arah kranial dari korpus axis (C2), terbentuk dari prosesus embriologi korpus atlas (C1). Cedera hiperfleksi atau hiperekstensi dapat menyebabkan axis mengalami tekanan pergeseran, mengakibatkan patah melalui daerah *pars* (*Hangman's fracture*). Pedikel C2 didefinisikan sebagai bagian dari vertebra C2 yang menghubungkan struktur tulang posterior dengan tubuh vertebra. Ini adalah area sempit yang terletak di antara korpus vertebra dan *pars interarticularis*.<sup>2</sup>

### 1.1.2. Tulang Torakal

T1 dan T10 sampai T12 memiliki fitur anatomi yang unik karena lokasi transisi mereka antara daerah tulang belakang servikotorakal dan

torakolumbalis. T2 –T9 disebut vertebra torakal tipikal karena mereka memiliki fitur struktural yang sama :<sup>2</sup>

1. Korpus vertebra: Berbentuk hati pada penampang. Tinggi vertebra posterior melebihi tinggi vertebra anterior, menghasilkan bentuk korpus vertebra yang terjepit bila dilihat pada bidang lateral. Bentuk ini berkontribusi pada keselarasan kyphotic di daerah torakal.
2. Artikulasi kostovertebral: Permukaan lateral tubuh vertebra memiliki dua sisi, superior dan inferior untuk artikulasi dengan tulang iga.
3. Artikulasi kostotransversal: articulation tulang iga dengan prosesus transversal tulang vertebra.
4. Lengkungan Vertebral: Dibentuk oleh lamina dan dua pedikel, yang mendukung tujuh proses:
  - Prosesus spinosus (1)
  - Prosesus transversus (2)
  - Prosesus artikularis superior (2)
  - Prosesus artikularis inferior (2)

### **1.1.3. Tulang Lumbal**

Korpus vertebra berbentuk ginjal dengan diameter transversal melebihi diameter anteroposterior. Korpus vertebra dapat dibagi oleh garis imajiner yang lewat di bawah pedikel menjadi bagian atas dan bawah. Enam elemen posterior melekat pada setiap korpus vertebra lumbalis. Tiga struktur terletak di atas garis imajiner (prosesus artikularis superior, prosesus transversus, pedikel) dan tiga struktur terletak di bawah (lamina, prosesus artikularis inferior, prosesus spinosus). Pars interarticularis terletak di sepanjang garis pemisah imajiner ini. Prosesus transversus berbentuk panjang dan tipis kecuali di L5, di mana bentuknya tebal dan lebar dan memiliki perlekatan ligamen ke panggul. Lima korpus vertebra lumbalis bertambah besar dari L1 ke L5.<sup>2</sup>

### **1.1.4. Tulang Sakrum**

Sakrum adalah struktur segitiga yang terbentuk dari lima vertebra sakral yang menyatu. Pedikel S1 adalah pedikel terbesar di tubuh. *Sacral Promontory* adalah batas anterior atas tubuh sakral pertama. *Sacral Ala* adalah struktur bilateral yang dibentuk oleh penyatuan elemen kosta vestigial dan proses transversal vertebra S1. *Sacral Cornua* (tanduk) adalah bagian paling kaudal dari puncak sakral intermedium dan berartikulasi dengan kornu tulang

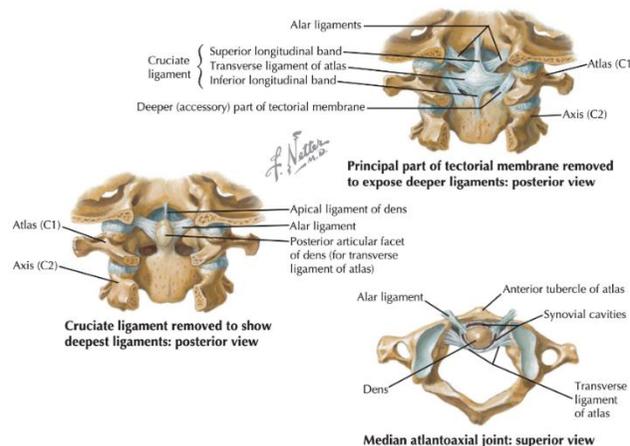
ekor. *Sacral Cornua* berfungsi sebagai penanda untuk menemukan *sacral hiatus*, sebuah lubang pada dorsal sakrum karena tidak adanya lamina S4 dan S5.<sup>2</sup>

## 1.2. Sendi Vertebra

### 1.2.1. Sendi Occipitoatlantal

Artikulasi antara *convex occipital condyles* dan *concave superior facets* atlas (C1). Artikulasi ini berbentuk horizontal (terutama pada anak-anak) sehingga memungkinkan untuk rotasi, tetapi tidak stabil secara permanen.

ROM: *fleksi/ekstension* 25°, *lateral bending* 5° (setiap sisi), *rotation* 5° (setiap sisi).<sup>1</sup>



**Gambar 1.2.** Atlantoaxial joint; superior and posterior view<sup>1</sup>

### 1.2.2. Sendi Atlantoaxial

Terdiri dari 3 artikulasi:<sup>1</sup>

- Sendi atlantoaksial sentral (median) (*pivot type*): antara lengkung odontoid dan anterior.
- Lateral atlantoaksial (*plane type*): antara aspek artikulasi dari atlas dan axis yang memungkinkan untuk rotasi.
- ROM: *flexion/extension* 20°, *lateral bending* 5° (setiap sisi), *rotation* 40° (setiap sisi), 50% rotasi servikal

### 1.2.3. Artikulasi Intervertebral

Vertebra yang berdekatan disatukan oleh kompleks sendi/artikulasi, ligamen, otot, dan struktur penghubung yang lebih kecil.<sup>1</sup>

- Diskus intervertebralis terletak di antara korpus vertebra (kecuali diantara C1-2 dan diantara segmen sakral yang bersatu).
- *Paired facet joints (apophyseal)* menghubungkan bagian posterior. Orientasinya menentukan gerakan intervertebral.

- *Uncovertebral joints (of Luschka)* menambah stabilitas antara korpus vertebra di tulang belakang servikal.

#### 1.2.4. Sendi *Facet*

Artikulasi yang berpasangan antara proses artikular inferior dan superior dari vertebra yang berdekatan.<sup>1</sup>

- Orientasi berubah dari semi-koronal (servikal) menjadi sagital (lumbal) dan memberikan kemungkinan gerakan pada segmen tersebut.
- Prosesus artikularis inferior terletak di anterior-inferior (C-spine) dan anterior-lateral (L-spine) dari prosesus artikularis superior.
- Persarafan sendi berasal dari rami dorsal dari dua tingkatan akar saraf yang berdekatan.
- Perubahan hipertrofik pada penyakit degeneratif dapat menyebabkan atau berkontribusi pada *nerve root impingement*.

#### 1.2.5. Diskus Intervertebral

Cakram membentuk 25% dari tinggi tulang belakang. Degenerasi diskus seiring bertambahnya usia menyebabkan hilangnya tinggi tulang belakang.

#### 1.2.6. Sendi *Uncovertebral*

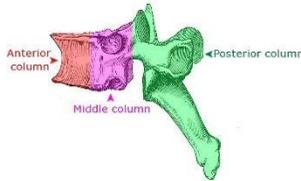
- Sendi Luschka: artikulasi di tulang belakang servikal diantara uncinata process pada pelat ujung superior bagian cekung dari korpus vertebral inferior dan bagian artikulasi pada pelat ujung inferior bagian cembung dari korpus vertebral superior yang berdekatan.
- Tulang rawan artikular pada sendi ini dapat mengalami degenerasi dan berkontribusi terhadap spondylosis servikal.

#### 1.2.7. Sendi *Kostovertebral*

Artikulasi diantara kepala tulang iga dan tulang vertebral.

### 1.3. *Three-Column Concept*

Dalam stabilitas columna vertebralis dikenal istilah *Three Column Concept*. Stabilitas columna vertebralis ditentukan oleh vertebra itu sendiri, persendian dan disokong oleh beberapa ligamentum. Maksud dari stabilitas disini adalah kemampuan vertebra dalam kondisi fisiologis untuk mempertahankan hubungan antara vertebra sehingga tidak terjadi kerusakan struktur saraf yang ada dalam canalis spinalis. Tiga column yang dimaksud adalah column anterior, middle dan posterior. Vertebra dikatakan tidak stabil apabila terjadi gangguan pada 2 atau lebih column tersebut.<sup>3</sup>



**Gambar 1.3.** Three-Column Concept of Spinal Stability<sup>1</sup>

#### 1.4. Otot-otot Spinal

Dibagi menjadi dua bagian yaitu otot leher dan otot punggung. Otot leher secara fungsional diklasifikasikan menjadi regio anterior dan posterior :

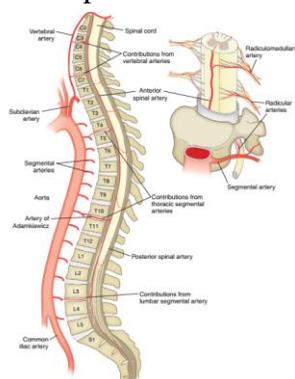
- Bagian anterior: terdiri dari otot superfisialis platysma (inervasi saraf kranial VII), stylohyoid dan otot digastrik (inervasi saraf kranial VII) di atas hyoid dan *strap muscle* di bawah hyoid. *Strap muscles* terdiri dari sternohyoid dan omohyoid pada lapisan superfisialis dan thyrohyoid dan sternohyoid pada lapisan yang lebih dalam, seluruhnya diinervasi oleh servikalis (C1-C3). Otot sternokleidomastoid (saraf kranial XI) berjalan oblique pada leher, dan memutar kepala ke sisi kontralateral. Segitiga anterior (batas: sternokleidomastoid, garis tengah leher, dan batas bawah mandibula) adalah area terbesar. Tiga segitiga yang lebih kecil adalah submandibula, karotis (yang dibatasi oleh bagian posterior digastrik dan omohyoid), posterior (dibatasi oleh otot trapezius, otot sternokleidomastoid, dan klavikula).<sup>2,3</sup>
- Bagian posterior: otot leher posterior membentuk batas segitiga suboksipital. Caput superior dan inferior otot obliquus capitis dan otot rektus capitis posterior mayor membentuk segitiga ini. Arteri vertebralis dan nervus servikalis pertama berada dalam segitiga ini; saraf greater oksipital (C2) berada di bagian superfisialis.<sup>2,3</sup>

Otot punggung diselimuti oleh *trapezius* (superior) dan *latissimus dorsi* (inferior). Otot rhomboid dan skapula levator berada lebih dalam lagi dari lapisan ini. Otot dalam adalah erektor spinae dan transversospinalis. Erector spinae berjalan transversal dan prosesus spinosus vertebra inferior ke prosesus spinosus vertebra superior. Otot-otot ini menstabilkan dan menjangkau punggung. Semua otot punggung bagian dalam dipersarafi oleh rami primer saraf spinal dorsalis.<sup>1,2</sup>

#### 1.5. Pembuluh Darah Spinal

Suplai darah spinal berasal dari arteri segmental, terletak di vertebral *mid-bodies* yang bercabang dari aorta (Terletak di sisi kiri kolom vertebral; vena cava inferior dan vena azygos di sebelah kanan). Suplai primer ke dura dan

elemen posterior berasal dari cabang dorsal. Cabang ventral mensuplai corpus vertebra melalui cabang ascendens dan descendens, yaitu dialirkan di bawah ligamen longitudinal posterior di empat ostia terpisah. Arteri vertebralis (cabang dari arteri subklavia) naik melalui foramen transversal C1 ke C6 (anterior dan tidak melalui C7) posterior dari otot longus colli dan kemudian ke arah lateral posterior kemudian berjalan sepanjang permukaan cephalic dari lengkung posterior C1 (atlas)<sup>2</sup>; kemudian lewat secara ventromedial sekitar spinal cord dan melalui foramen magnum sebelum bersatu di tengah menjadi arteri basilaris. Jarak dari prosesus spinosus C1 secara lateral ke arteri vertebralis adalah 2 cm (jarak aman untuk pembedahan). Arteri Adamkiewicz masuk melalui foramen intervertebralis kiri di tulang belakang dada bagian bawah dari T8 ke T12; memperdarahi dua pertiga bagian dalam dari korda anterior<sup>3</sup>. Suplai arteri medula spinalis berasal dari arteri spinalis anterior dan posterior dan cabang segmental dari arteri vertebralis dan dorsal arteri, yang berjalan melalui serabut dorsal dan ventral ke masing-masing bagian dorsal dan anterolateral dari korda. Disrupsi arteri longitudinal anterior dapat terjadi hilangnya fungsi dua pertiga korda anterior. Drainase vena dari kolumna vertebral terutama melalui sinusoid sentral yang terletak di dorsum korpus vertebra masing-masing<sup>2,3</sup>.



**Gambar 1.4.** Sirkulasi Spinal<sup>2</sup>

### 1.6. Sirkulasi CSF

Cairan serebrospinal secara konstan diproduksi dengan kecepatan sekresi 0,2-0,7 ml/menit, artinya terdapat 600-700 ml cairan serebrospinal yang baru diproduksi per hari. Karena total volume CSF rata-rata sekitar 150-270 mL, ini berarti seluruh volume CSF diganti sekitar 4 kali per hari. Sirkulasi cairan serebrospinal adalah sebagai berikut<sup>4</sup>:

- CSF berjalan dari ventrikel lateral ke ventrikel ketiga melalui foramen interventrikular (Monro).
- Dari ventrikel ketiga, CSF mengalir melalui saluran serebral (Sylvius) ke ventrikel keempat.
- Dari ventrikel keempat, beberapa CSF mengalir melalui saluran sempit yang disebut obex dan memasuki kanal sentralis dari korda spinalis. Namun, sebagian besar CSF lewat dari foramen ventrikel keempat; foramen median (Magendie) dan dua foramen lateral (Luschka). Melalui bukaan ini, CSF masing-masing memasuki sisterna magna dan sisterna cerebellopontine.
- Dari sana, CSF mengalir melalui ruang subarachnoid otak dan sumsum tulang belakang. Cairan diserap kembali ke dalam sinus vena dural melalui granulasi arachnoid.

### **1.7. Sirkulasi Spinalis**

Ruang subarachnoid dari sumsum tulang belakang bersambungan dengan otak, sehingga CSF yang diproduksi di ventrikel otak dapat dengan mudah mencapai korda spinalis. CSF Ini mengalir dari ventrikel keempat ke kanal sentralis korda spinalis melalui obex, kemudian melewati foramen median (Magendie) dan lubang lateral (dari Luschka) untuk memasuki ruang subarachnoid interpeduncular dan quadrigeminal. Dari sini, terus turun ke ruang subarachnoid korda spinalis. Ruang subarachnoid spinal relatif besar, sehingga dapat menampung sekitar setengah dari total volume CSF di SSP. Ini memanjang dari foramen magnum dan berakhir pada tingkat vertebra S2. Di bawah conus medullaris, kira-kira setinggi L1-L2, ruang subarachnoid membesar menjadi kantung dural yang disebut cistern lumbal. Ruang lumbal yang memanjang dari tingkat vertebral L1/L2-S2 dan berisi serabut-serabut saraf dorsal dan ventral tulang belakang L2-Co (cauda equina). Secara klinis signifikan karena merupakan tempat pungsi lumbal (ekstraksi CSF untuk analisis cairan CSF). Mengingat bahwa ruang subarachnoid spinal dan kranial terhubung secara langsung, CSF korda spinalis dapat mengalir kembali ke ruang subarachnoid kranial melalui mekanisme eliminasi ke dalam sinus vena dura.<sup>4,5</sup>